



SEMESTRAL

UNI

academiacesarvallejo.edu.pe

— ACADEMIA —
CÉSAR
VALLEJO

— ACADEMIA —
CÉSAR
VALLEJO

— ACADEMIA —
CÉSAR
VALLEJO

— ACADEMIA —
CÉSAR
VALLEJO

SEMESTRAL
UNI



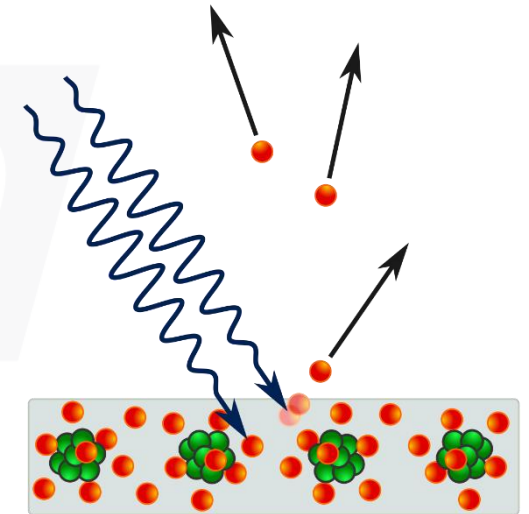
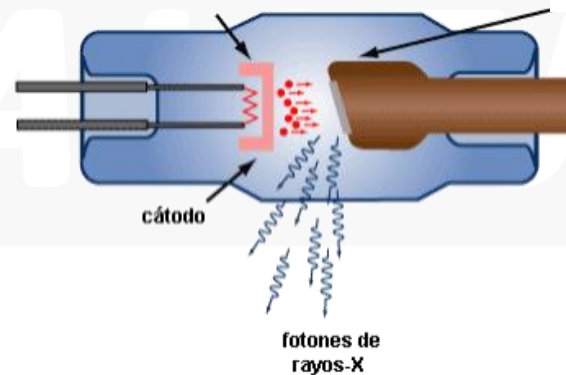
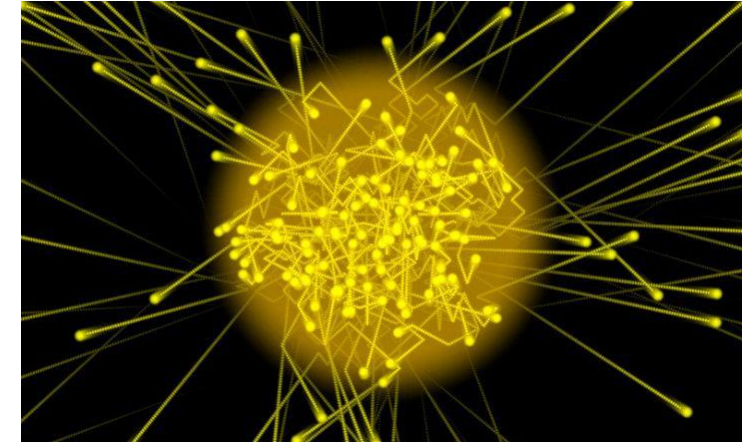
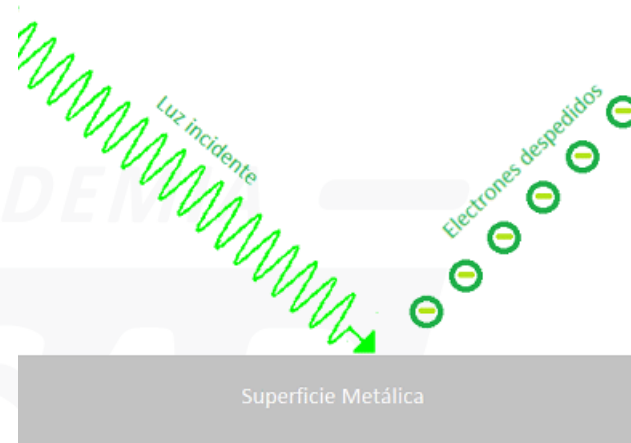
FÍSICA

Tema: EFECTO
FOTOELÉCTRICO RAYOS X

Objetivo

Cuantificación

- ❑ Entender la **cuantización de la energía** como punto de partida de la física moderna.
- ❑ Conocer el **efecto fotoeléctrico**, su explicación y aplicaciones.
- ❑ Conocer cómo se generan los **rayos X** y sus aplicaciones.



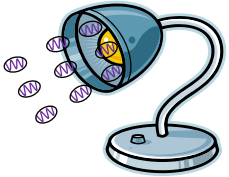
TEORÍA CUÁNTICA

FÍSICA MODERNA

Teoría cuántica

la energía de la radiación electromagnética no se emite de forma continua si no en **porciones** definidas por su frecuencia. Cada porción de energía se denomina **fotón**.

Fuente de luz



$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

h : Constante de Planck

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$h = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

f : Frecuencia de la radiación incidente

En el vacío: $c = \lambda f$

La energía (E) y la cantidad de movimiento (p) de un fotón están relacionados mediante la ecuación

$$E = pc$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Potencia de una radiación (P)

La potencia nos mide la energía EM por segundo.



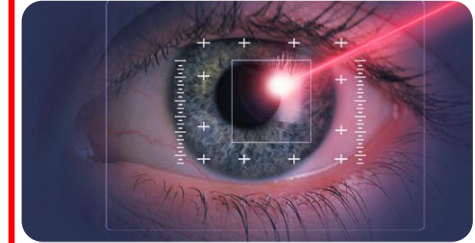
$$P = \frac{E_{\text{radiación}}}{t}$$

$$P = \frac{nhf}{t}$$

P : Potencia de la radiación

Intensidad de radiación(I)

La intensidad depende de la potencia de la radiación y del área de incidencia.



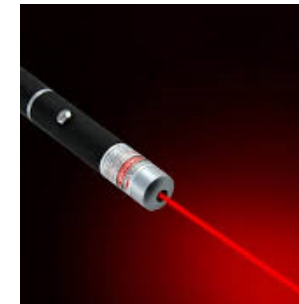
$$I = \frac{P}{A}$$

Luz con frente de onda esférico:



$$A = 4\pi R^2$$

Luz con frente de onda plano:



$$A = \pi R^2$$

APLICACIÓN 1

Una fuente de luz amarilla ($\lambda = 580\text{nm}$) emite radiación con una potencia de 400W . Calcule la cantidad de fotones emitidos durante 20s y el módulo de la cantidad de movimiento de cada fotón ($h = 6,63 \times 10^{-34}\text{Js}$)

$$\lambda = 580 \times 10^{-9} \text{ m} \quad t = 20 \text{ s}$$

$$P = 400 \text{ W}$$

Se pide n y p

$$L \rightarrow p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow p = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{580 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$p = 0,0114 \times 10^{-25} \text{ kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p = 1,14 \times 10^{-27}$$

RESOLUCIÓN

Cálculo de n

$$P = \frac{E_{\text{radiación}}}{t}$$

$$p = \frac{n h c}{t \lambda}$$

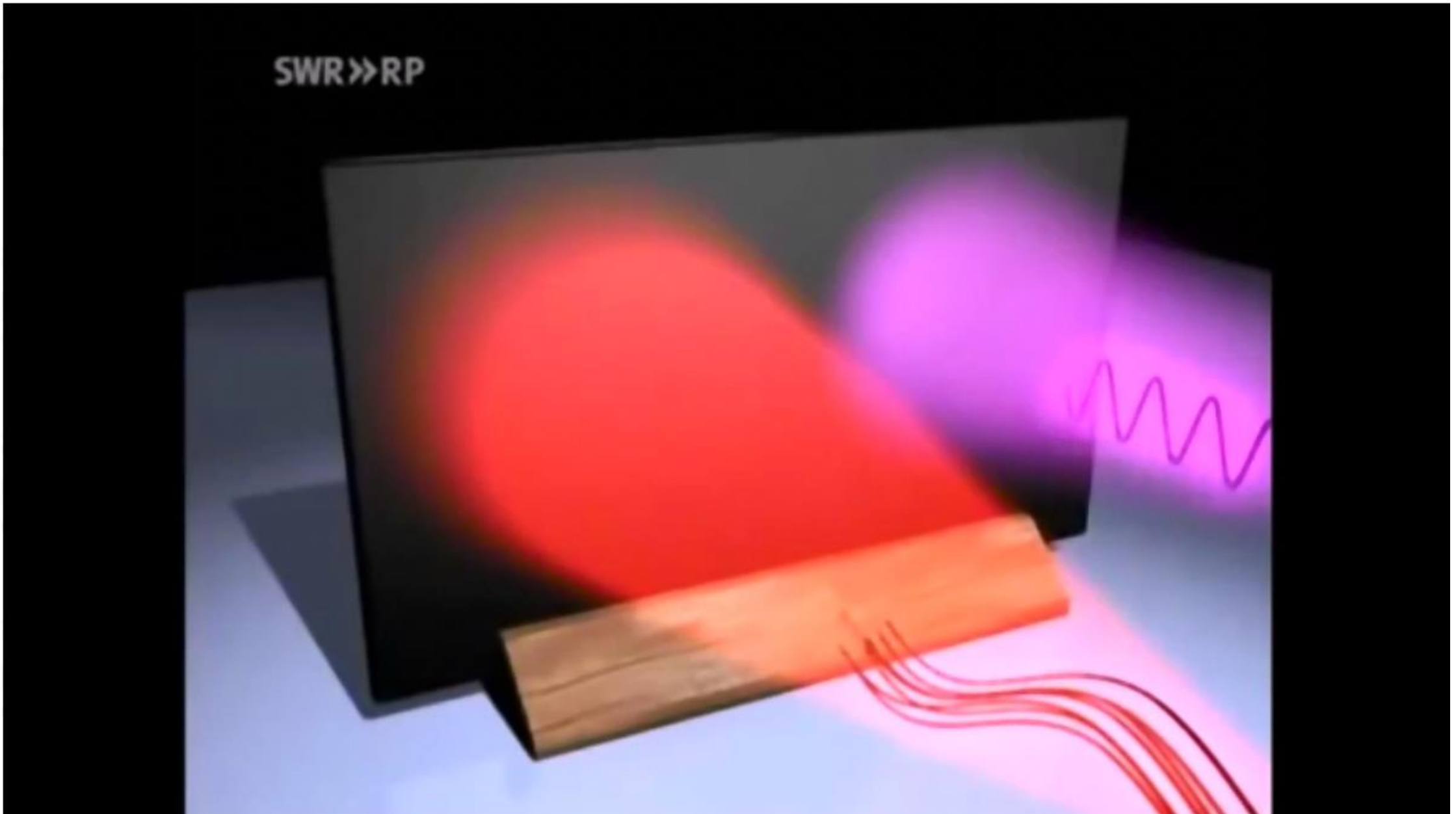
$$n = \frac{P \cdot t \cdot \lambda}{h \cdot c}$$

$$= \frac{(400)(20)(580 \times 10^{-9})}{(6,63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}$$

$$n = 233283,0568 \times 10^{17}$$

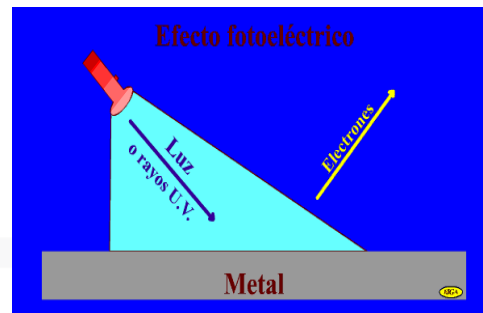
$$n = 2,33 \times 10^{22}$$

EFFECTO FOTOELÉCTRICO

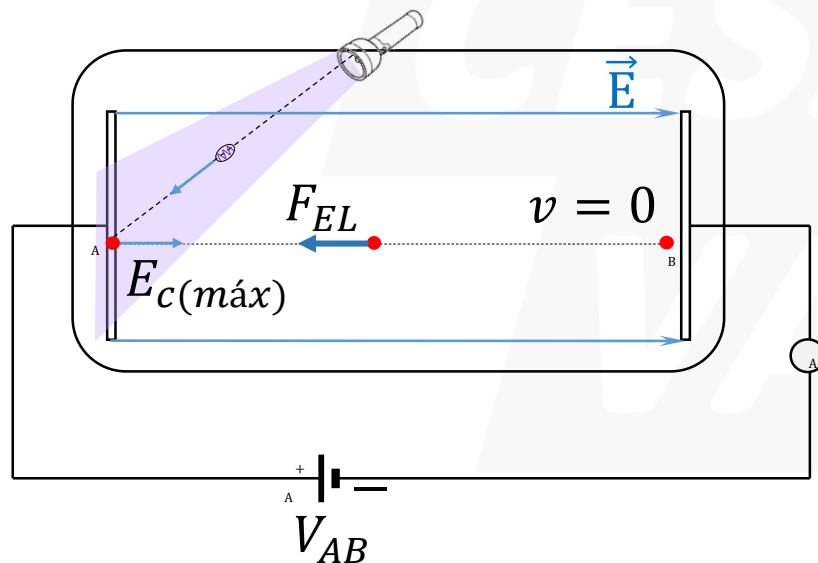


EL EFECTO FOTOELECTRICO

Es un fenómeno que consiste en el arranque de electrones, debido a que incide sobre un metal una OEM.



Explicación del efecto fotoeléctrico con la teoría cuántica



$$\frac{1}{2} m \cdot v_{\text{max}}^2 =$$

El electrón absorbe solo la energía de un fotón, la cual le permite vencer la atracción del núcleo y la de los otros átomos y así salir del metal.

Ecuación de Einstein

$$E_{\text{fotón}} = \phi + E_{c(\text{máx})}$$

$$= W_{\text{campo}} = q \cdot \Delta V$$

Voltaje de frenado
«Potencial de frenado»

$E_{\text{fotón}}$: Energía del fotón incidente

ϕ : Función trabajo o Energía umbral (depende del material)

$$\phi = hf_0$$

$$\lambda_{\text{max}} f_{\text{min}} = c$$

f_0 : frecuencia umbral o mínima para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

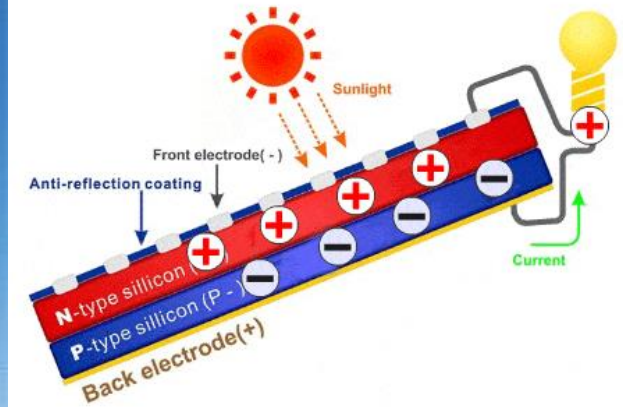
λ_0 : Longitud de onda umbral o máxima para tener EF

$E_{c(\text{máx})}$: Energía cinética máxima del fotoelectrón.

$$E_{c(\text{máx})} = |q_e| V_{AB}$$

V_{AB} : Potencial de frenado.

APLICACIONES DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO



gafas de visión nocturna

APLICACIÓN 2

Sobre un metal incide REM, cuya longitud de onda es $3000 \text{ \AA}$. Si el voltaje de frenado para los fotoelectrones es 3 V , determine la función trabajo del metal. ($h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$).

RESOLUCIÓN

$$\lambda = 3000 \text{ \AA} = 3000 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$V_0 = 3 \text{ V}$$

SE PIDE ϕ

$$E_{\text{foton}} = \phi + E_{c(\text{max})}$$

$$h \frac{c}{\lambda} = \phi + |e| \cdot V_0$$

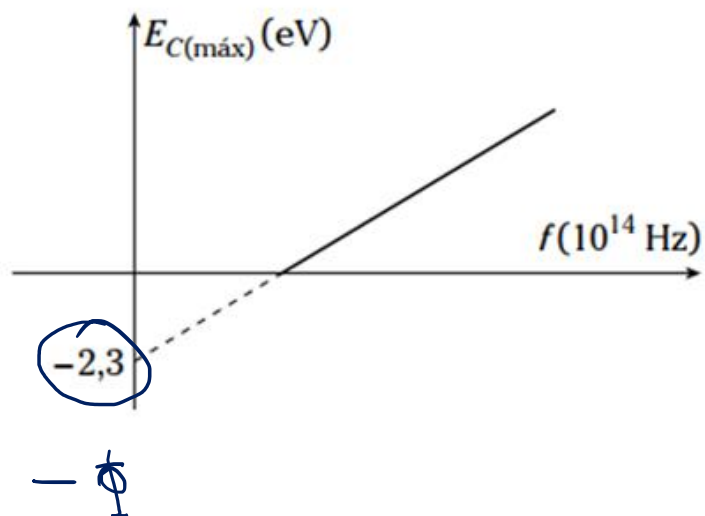
$$\frac{(6,63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{3 \times 10^{-7}} = \phi + (1,6 \times 10^{-19})(3)$$

$6,63 \times 10^{-19}$ $4,8 \times 10^{-19}$

$$\phi = 1,83 \times 10^{-19} \text{ J}$$

APLICACIÓN 3

Se muestra la gráfica de la energía cinética de los fotoelectrones en función de la frecuencia de la luz incidente, correspondiente a un experimento de efecto fotoeléctrico con un material de potasio. Determine la energía cinética máxima, en 10^{-19} J, de un fotoelectrón cuando la frecuencia de la luz incidente es el doble de la frecuencia umbral.



RESOLUCIÓN

Sea f_0 : frecuencia umbral
Entonces la radiación incidente
tendrá una frecuencia $2f_0 = f$

Ecuación

$$E_{\text{fotón}} = \phi + E_{C(\text{máx})}$$

$$hf = \phi + E_{C(\text{máx})}$$

$$\underbrace{h(2f_0)}_{2\phi} = hf_0 + E_{C(\text{máx})}$$

$$E_{C(\text{máx})} = \phi$$

$$E_{C(\text{máx})} = 2,3 \text{ eV}$$

En joule

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

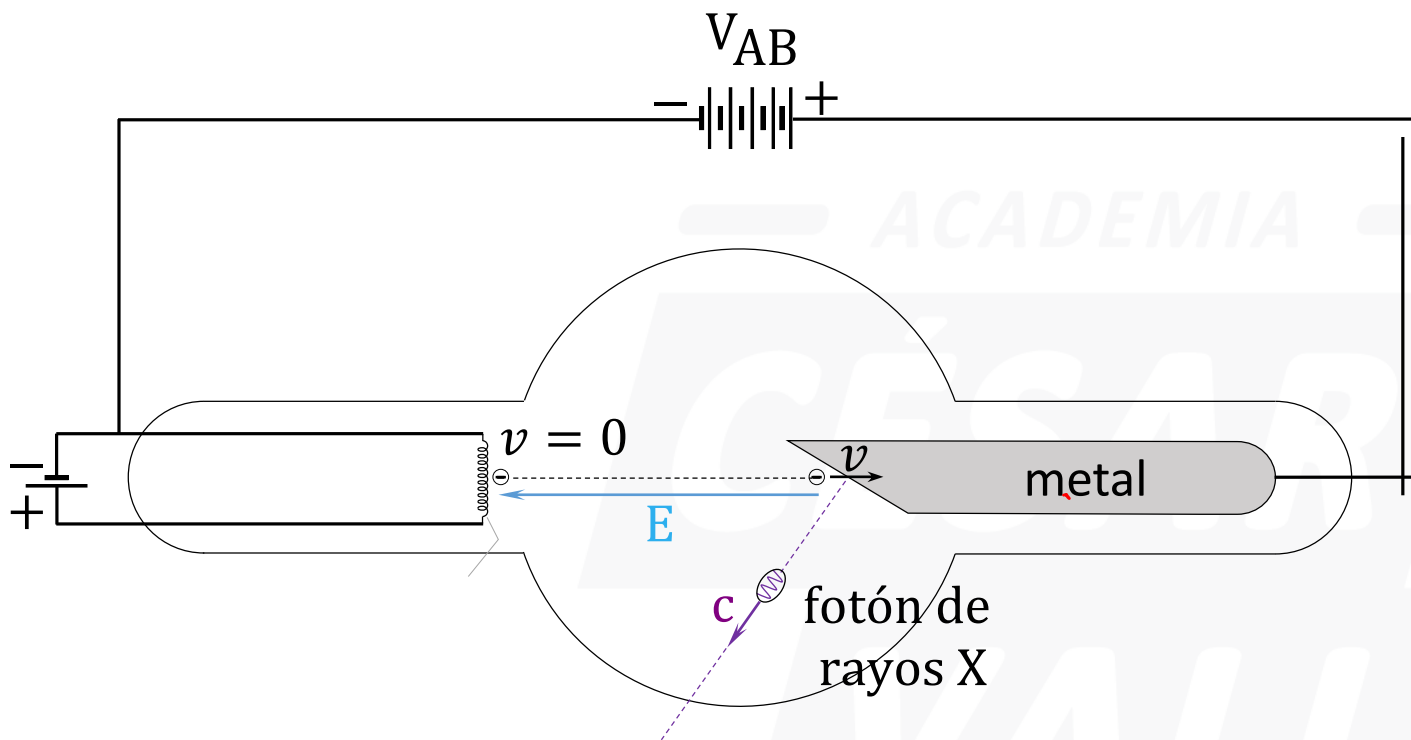
$$\Rightarrow E_{C(\text{máx})} = 2,3 \text{ eV} \left(\frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right)$$

$$\Rightarrow E_{C(\text{máx})} = 3,68 \times 10^{-19} \text{ J}$$

RAYOS X



RAYOS X



En general:

$$E_{\text{fotón}} \leq E_{c(\text{máx})}$$

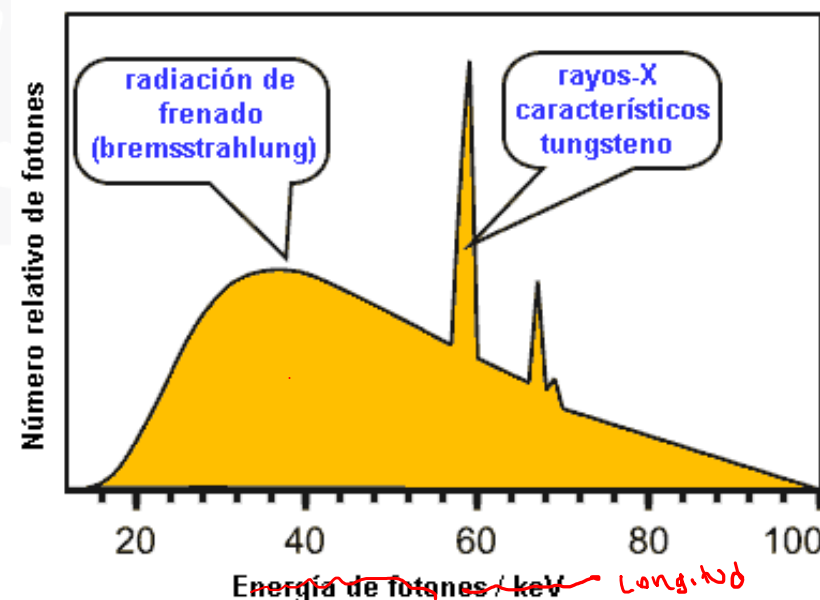
$$hf \leq |q_e|V_{AB}$$

$$\frac{hc}{\lambda} \leq |q_e|V_{AB}$$

$$\lambda \geq \frac{hc}{|q_e|V_{AB}}$$

$$\lambda_{\text{mín}} = \frac{hc}{|q_e|V_{AB}}$$

Los electrones desaceleran al chocar con el ánodo. Según la mecánica clásica, una carga acelerada o desacelerada emite radiación electromagnética, de este modo, el choque produce un espectro continuo de rayos X, es decir, fotones de varias frecuencias o longitudes de onda la cuales dependen de que porcentaje de la energía cinética de los electrones se transforma en energía para los fotones de rayos X. Este tipo de radiación se denomina **Bremsstrahlung**, o 'radiación de frenado'.



APLICACIÓN 4

Los rayos X, se generan por el frenado de electrones altamente energéticos. Por ejemplo, en un dispositivo de rayos X, se utiliza un voltaje acelerador de 60 kV, con este voltaje ¿qué longitud de onda mínima se obtiene para los fotones de los rayos X?

RESOLUCIÓN

$$V_{AB} = 60 \text{ kV}$$

Se pide $\lambda_{\min}$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{|q_e| \cdot V_{AB}}$$

$$= \frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{(1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) (60 \times 10^3 \text{ V})}$$

$$\lambda_{\min} = 0,207 \times 10^{-10} \text{ m} \Leftrightarrow 0,0207 \text{ nm} \downarrow$$

$$\lambda_{\min} = 0,207 \text{ Å} \downarrow$$



GRACIAS

SÍGUENOS:   

academiacesarvallejo.edu.pe